

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

<b>Applicant(s):</b>	Daisuke Matsuo, et al.	<b>Examiner:</b>	Unassigned
<b>Serial No:</b>	To be assigned	<b>Art Unit:</b>	Unassigned
<b>Filed:</b>	Herewith	<b>Docket:</b>	16824
<b>For:</b>	PHOTOCONDUCTIVE SWITCH MODULE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF	<b>Dated:</b>	July 9, 2003

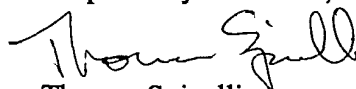
Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**CLAIM OF PRIORITY**

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-200210 (JP2002-200210) filed July 9, 2002.

Respectfully submitted,

  
Thomas Spinelli  
Registration No.: 39,533

Scully, Scott, Murphy & Presser  
400 Garden City Plaza  
Garden City, New York 11530  
(516) 742-4343

---

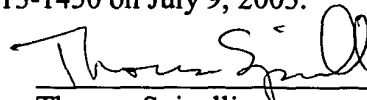
**CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"**

**Express Mailing Label No.:** EV185861394US

**Date of Deposit:** July 9, 2003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner for Patents, Mail Stop Patent Application, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on July 9, 2003.

Dated: July 9, 2003

  
Thomas Spinelli

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 7月 9日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-200210

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-200210 ]

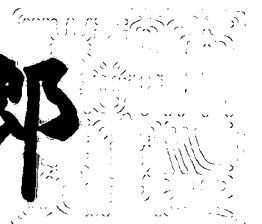
出 願 人  
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035247

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00762

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/025

【発明の名称】 光導電スイッチモジュールおよびその製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 松尾 大介

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 畠山 智之

【特許出願人】

    【識別番号】 000000376

    【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100058479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴江 武彦

    【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

    【識別番号】 100084618

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100100952

【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010297

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導電スイッチモジュールおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の発光素子を有する第一の基板と、発光素子と同数の光導電スイッチ素子を有する第二の基板と、第一の基板と第二の基板との間に配置された、発光素子と同数の貫通孔を有する第三の基板とを有し、発光素子と光導電スイッチ素子は貫通孔を介して互いに対向して配置されており、光導電スイッチ素子は発光素子の点灯・消灯に従ってオン・オフされ、発光素子で発せられた駆動光は貫通孔に閉じ込められて光導電スイッチ素子へ導かれる、光導電スイッチモジュールにおいて、

第一の基板と第三の基板は複数の第一の金属部材の加熱圧接によって接続されている、光導電スイッチモジュール。

【請求項 2】

第二の基板と第三の基板は複数の第二の金属部材の加熱圧接によって接続されている、請求項 1 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 3】

第三の基板は第一の基板に面する側に形成された複数の第一の凹部を有しており、これらの第一の凹部に第一の金属部材が設けられている、請求項 1 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 4】

第三の基板は、第一の凹部の底面に設けられた第一の電極パッドと、第一の基板に対向する面のうち第一の凹部を除いた部分に設けられた第二の電極パッドと、第一の電極パッドと第二の電極パッドとを電氣的に接続している配線とを有し、第一の基板と第三の基板を接続する第一の金属部材は第一の電極パッドの上に設けられ、これにより第二の電極パッドは第一の金属部材を介して発光素子と電氣的に接続される、請求項 3 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 5】

第三の基板は第二の基板に面する側に形成された複数の第二の凹部を有してお

り、これらの第二の凹部に第二の金属部材が設けられている、請求項 2 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 6】

第一の基板と第三の基板を接続する第一の金属部材は金を含んでおり、第一の基板と第三の基板は第一の金属部材が接合される部分を含む領域に設けられた金を含む金属の薄膜を有している、請求項 1 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 7】

第二の基板と第三の基板を接続する第二の金属部材は金を含んでおり、第二の基板と第三の基板は第二の金属部材が接合される部分を含む領域に設けられた金を含む金属の薄膜を有している、請求項 2 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 8】

第一の基板と第三の基板を接続する第一の金属部材と、第二の基板と第三の基板を接続する第二の金属部材とは、第三の基板の上下で重なる位置に設けられている、請求項 2 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 9】

第二の基板は、第三の基板に面する側に設けられた光導電スイッチを経由する配線と、第三の基板に面する側に設けられたグラウンド電極を有し、第三の基板は、少なくとも第二の基板に対向する面の近傍に、導電性の部分を有しており、第三の基板の導電性の部分は、第二の基板と第三の基板を接続する第二の金属部材を介して、第二の基板のグラウンド電極と電氣的に接続されている、請求項 2 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 1 0】

第一の凹部はその側面が斜面である、請求項 4 に記載の光導電スイッチモジュール。

【請求項 1 1】

複数の発光素子を有する第一の基板と、発光素子と同数の光導電スイッチ素子を有する第二の基板と、第一の基板と第二の基板との間に配置された、発光素子と同数の貫通孔を有する第三の基板とを有し、発光素子と光導電スイッチ素子は貫通孔を介して互いに対向して配置されており、光導電スイッチ素子は発光素子

の点灯・消灯に従ってオン・オフされ、発光素子で発せられた駆動光は貫通孔に閉じ込められて光導電スイッチ素子へ導かれる、光導電スイッチモジュールの製造方法において、

第三の基板の第一の基板に対向する第一の面に複数の第一の金属部材を設ける第一の工程と、

第一の金属部材の加熱圧接によって第一の基板と第三の基板とを接続する第二の工程とを有している、光導電スイッチモジュールの製造方法。

【請求項 1 2】

第三の基板の第二の基板に対向する第二の面に複数の第二の金属部材を設ける第三の工程と、

第二の金属部材の加熱圧接によって第二の基板と第三の基板とを接続する第四の工程とを有している、請求項 1 1 に記載の光導電スイッチモジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子と光導電スイッチ素子との組み合わせにより実現される光導電スイッチモジュールに関し、特に複数の光導電スイッチ素子が集積された小型の光導電スイッチモジュールに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

特開 2 0 0 1 - 1 5 7 9 4 号公報は小型の高周波・高性能光導電リレーを開示している。これは、小型の高周波スイッチを実現するものであり、入射光量に依存して抵抗値が変化する光導電スイッチ素子と、これに適宜光を照射する発光素子とを有し、光導電スイッチ素子と発光素子は互いに近接して対向配置されている。この光導電リレーは、オン状態とオフ状態のいずれか一方を選択的に取り得るスイッチの最小単位を提供している。

【0 0 0 3】

光導電スイッチ素子は、光導電リレー（光導電スイッチ）を実現する上で重要

な要素であり、その一例が例えば特開 2 0 0 1 - 3 6 1 0 1 号公報に開示されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

高機能なスイッチモジュールを実現するには、光導電スイッチ素子を複数個使用してスイッチ回路を構成する必要がある。

【 0 0 0 5 】

高周波において良好な特性を得るためには、その回路設計は、レイアウトが極力コンパクトになるように、つまり配線が短くなるように行なう必要がある。すなわち、複数の光導電スイッチ素子は互いに近接して配置される必要がある。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、複数の光導電リレーが近接して配置されると、ある光導電リレーの発光素子から出た光が、その発光素子に対応する光導電スイッチ素子に隣接する他の光導電スイッチ素子に漏れ込み入射し易くなる。

【 0 0 0 7 】

このため、隣接する二つの光導電スイッチ素子に関して、一方をオンさせ、他方をオフさせる際に、オンされるべき光導電スイッチ素子に対向した光源からの光が、隣のオフされるべき光導電スイッチ素子に入射して、その光導電スイッチ素子の抵抗値を低下させることがある。これは、スイッチ回路の特性、すなわちオン時の伝送特性（損失・反射）やオフ時のアイソレーション特性を悪化させてしまう。

【 0 0 0 8 】

つまり、前述の光導電リレーを単純に複数近接して配置したスイッチモジュールは、高周波特性を確保するための回路の小型化と、スイッチ回路特性の維持とを両立できない。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、高機能で小型で特性の良好な光導電スイッチモジュールを提供することである。

【 0 0 1 0 】



## 【課題を解決するための手段】

本発明は、ひとつには、複数の発光素子を有する第一の基板と、発光素子と同数の光導電スイッチ素子を有する第二の基板と、第一の基板と第二の基板との間に配置された、発光素子と同数の貫通孔を有する第三の基板とを有し、発光素子と光導電スイッチ素子は貫通孔を介して互いに対向して配置されており、光導電スイッチ素子は発光素子の点灯・消灯に従ってオン・オフされ、発光素子で発せられた駆動光は貫通孔に閉じ込められて光導電スイッチ素子へ導かれる、光導電スイッチモジュールであり、第一の基板と第三の基板は複数の第一の金属部材の加熱圧接によって接続されている。

## 【0011】

また本発明は、ひとつには、このような光導電スイッチモジュールの製造方法であり、第三の基板の第一の基板に対向する第一の面に複数の第一の金属部材を設ける第一の工程と、第一の金属部材の加熱圧接によって第一の基板と第三の基板とを接続する第二の工程とを有している。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

## 【0013】

## 第一実施形態

以下、図1～図6を参照しながら第一実施形態の光導電スイッチモジュールについて説明する。

## 【0014】

図1と図2に示されるように、光導電スイッチモジュール100は、複数の発光素子112を有する第一の基板である発光素子基板110と、発光素子112と同数の光導電スイッチ素子122を有する第二の基板であるスイッチ素子基板120と、発光素子基板110とスイッチ素子基板120の間に配置された第三の基板であるスペーサ140とを有している。

## 【0015】

発光素子基板110とスペーサ140は複数の金属部材であるバンプ162の

加熱圧接によって接続されている。同様に、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 1 4 0 は複数の金属部材であるバンプ 1 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

#### 【 0 0 1 6 】

発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 は互いに対向して配置されている。スペーサ 1 4 0 は、発光素子 1 1 2 と同数の、従って、光導電スイッチ素子 1 2 2 と同数の貫通孔 1 4 2 を有している。貫通孔 1 4 2 は、概ね光導電スイッチ素子 1 2 2 の大きさと同程度の大きさを有し、互いに対向して配置された発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 の間に配置されている。つまり、発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 は貫通孔 1 4 2 を介して対向している。言い換えれば、互いに対向する発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 は貫通孔 1 4 2 を介して光学的に結合されている。

#### 【 0 0 1 7 】

さらに、スイッチ素子基板 1 2 0 は、スペーサ 1 4 0 に面する側に設けられた、光導電スイッチ素子 1 2 2 を経由する回路配線 1 3 0 を有している。光導電スイッチ素子 1 2 2 と回路配線 1 3 0 は、光導電スイッチモジュール 1 0 0 の用途に応じた電気回路を構成している。回路配線 1 3 0 はワイヤ 1 3 2 を介して外部の電気回路と接続されている。

#### 【 0 0 1 8 】

発光素子 1 1 2 は例えば VCSEL（面発光レーザ）である。光導電スイッチ素子 1 2 2 は例えば特開 2 0 0 1 - 3 6 1 0 1 号公報に開示されている光導電スイッチであり、発光素子 1 1 2 の点灯・消灯に従ってオン・オフされる。

#### 【 0 0 1 9 】

ここにおいて、「光導電スイッチ素子」という用語は、光の照射を受けて抵抗値が変化することにより、これを通る線路の電氣的なオンオフ動作を行なう最小単位を言い、「光導電スイッチモジュール」という用語は、複数の光導電スイッチ素子を組み合わせて構成されたスイッチ回路を言う。

#### 【 0 0 2 0 】

光導電スイッチ素子 1 2 2 は、光が照射されていない状態では、高い抵抗値を

示し、光が照射された状態では、入射光量に応じてその抵抗値が低下する特性を有している。

#### 【 0 0 2 1 】

このため、光導電スイッチ素子 1 2 2 は、これに対向する発光素子 1 1 2 が消灯されている状態では高い抵抗値を示し、オフ状態（絶縁状態、開放状態）となっている。

#### 【 0 0 2 2 】

発光素子 1 1 2 が点灯されると、発光素子から発せられた駆動光 1 1 4 は、貫通孔 1 4 2 を通って、光導電スイッチ素子 1 2 2 に照射される。その結果、光導電スイッチ素子 1 2 2 は、その抵抗値が低下し、オン状態（導通状態）に切り換わる。

#### 【 0 0 2 3 】

発光素子 1 1 2 が消灯されると、光導電スイッチ素子 1 2 2 は、その抵抗値が初期値まで上がり、オフ状態（絶縁状態、開放状態）に戻る。

#### 【 0 0 2 4 】

例えば、光導電スイッチ素子 1 2 2 と回路配線 1 3 0 は、図 3 に示されるようにレイアウトされている。これらの光導電スイッチ素子 1 2 2 と回路配線 1 3 0 は、その等価回路を示す図 4 から分かるように、単極双投スイッチ回路（1：2 スwitch回路）を構成している。勿論、駆動光が照射された方の光導電スイッチ素子 1 2 2 がオンとなり、駆動光が照射されない方の光導電スイッチ素子 1 2 2 がオフとなる。

#### 【 0 0 2 5 】

より好ましくは、光導電スイッチ素子 1 2 2 と回路配線 1 3 0 は、図 5 に示されるようにレイアウトされている。これらの光導電スイッチ素子 1 2 2 と回路配線 1 3 0 は、その等価回路を示す図 6 から分かるように、スイッチ素子の寄生容量の影響を避けた、より特性が改善された単極双投スイッチ回路を構成している。

#### 【 0 0 2 6 】

光導電スイッチ素子の特性は概ね駆動光量と抵抗値が反比例するため、オフさ

れるべき光導電スイッチ素子に、オンされるべき光導電スイッチ素子へ向かう駆動光の漏れ光が入射すると、その抵抗値が低下してしまい、完全なオフ状態とならなくなる。

## 【 0 0 2 7 】

V C S E L のような発光素子からの射出光は発散光であり、また図 3 や図 5 から分かるように隣接する光導電スイッチ素子は一方がオンされるときに他方がオフされることが多い。

## 【 0 0 2 8 】

このため、貫通孔 1 4 2 を有するスペーサ 1 4 0 を設けることなく構成された光導電スイッチモジュールでは、オンされるべき光導電スイッチ素子 1 2 2 へ向かう光が、オフされるべき光導電スイッチ素子 1 2 2 に容易に漏れ込んでしまう。その結果、オフされるべき光導電スイッチ素子 1 2 2 の抵抗値が低下してしまい、スイッチ回路としての伝送特性（損失や反射）及びアイソレーション特性の悪化をもたらす。

## 【 0 0 2 9 】

しかしながら、図 1 に示されるように、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の間に、貫通孔 1 4 2 を有するスペーサ 1 4 0 が設けられた本実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 では、発光素子 1 1 2 から発せられた駆動光 1 1 4 は発散光であるが、その広がりには貫通孔 1 4 2 の中に制限される。つまり、発光素子 1 1 2 からの駆動光 1 1 4 は、貫通孔 1 4 2 に閉じ込められて、その発光素子 1 1 2 に対向する光導電スイッチ素子 1 2 2 に導かれる。これにより、漏れ光の発生や他の光導電スイッチ素子への入射が抑えられる。つまり、オフされるべき光導電スイッチ素子 1 2 2 の抵抗値が十分に大きい状態に保たれる。

## 【 0 0 3 0 】

従って、本実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 は、コンパクトな回路設計でありながら、漏れ光による特性の劣化が抑えられている。

## 【 0 0 3 1 】

つまり、本実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 は、複数の光導電スイッチ素子を用いて回路が構成されていることにより高機能であり、複数の光導電

スイッチ素子が近接して配置されていることにより小型であり、不所望な漏れ光の発生が抑えられていることにより良好な特性を有する。

#### 【 0 0 3 2 】

さらに本実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 では、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 1 4 0 が、接着やハンダによる接合（ダイボンディング）ではなく、バンプ 1 6 2、1 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

#### 【 0 0 3 3 】

発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 は、発光素子基板 1 1 0 上の発光素子 1 1 2 やその配線（図示せず）、スイッチ素子基板 1 2 0 上の光導電スイッチ素子 1 2 2 や回路配線 1 3 0 などに負荷をかけることなく、相互に接続すなわち固定され実装されることが好ましい。そのためには、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 は間隙を置いて固定され実装される必要がある。ただし、間隙が大き過ぎると、光の利用率が低下したり、漏れ光が発生したりするため、それぞれの基板間の間隙は小さい方がよい。また、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 は、貫通孔 1 4 2 などの微細な構造に悪影響を与えることなく、固定される必要がある。

#### 【 0 0 3 4 】

上述したように、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 は、バンプ 1 6 2、1 6 4 の加熱圧接によって相互に接続されるため、安定して小さい間隙を置いて固定される。また、はんだや樹脂接着剤等の貫通孔 1 4 2 への流れ込み等による悪影響が発生することもないため、発光素子 1 1 2 からの駆動光は効率良く光導電スイッチ素子 1 2 2 に導かれる。

#### 【 0 0 3 5 】

また、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 とがバンプ 1 6 2、1 6 4 を介して接続されているため、発光素子 1 1 2 で発生した熱がスペーサ 1 4 0 を経由してスイッチ素子基板 1 2 0 に効率良く放熱され得る。これにより発光素子 1 1 2 の特性劣化が、接着剤等で接続された場合と比べて、

大幅に抑えられる。これは、良好な特性の維持と、長寿命化に有益である。

【 0 0 3 6 】

ここで、一般的なバンプによる接続について簡単に説明する。

【 0 0 3 7 】

バンプは、基板の電極上に設けられた金属の凸部であり、メッキやハンダボールの搭載、ボールボンディング法などによって設けられる。このようにして基板の電極上に設けられた所定数の凸部を、接続する相手の基板の電極に押し付けておき、加圧や加熱や樹脂などによって、二枚の基板間の機械的な接続とそれらに設けられた電極間の電氣的な接続とを一括で行なう作業をバンプ接続という。

【 0 0 3 8 】

一般的には、このような基板間の電氣的かつ機械的な接続は、異方性導電ペーストやエポキシ樹脂を介して基板同士を固着し、樹脂やペーストの硬化収縮力により、バンプと電極を結合させることにより行なわれる。また、アンダーフィルと呼ばれるエポキシ樹脂を後から注入硬化させるにより行なわれることもある。

【 0 0 3 9 】

このような接続は I C チップをフレキシブル回路基板に異方性導電樹脂ペーストで実装するフリップチップ実装などで用いられている。

【 0 0 4 0 】

一方、本発明では、基板間の電氣的かつ機械的な接続は、異方性導電ペーストや補強用のアンダーフィルと呼ばれる充填樹脂を用いずに、加熱圧接によって行なわれている。

【 0 0 4 1 】

バンプ 1 6 2、1 6 4 としては、金のボールバンプが好適であり、金のボールバンプは、他の材質のボールバンプ、例えばハンダボールバンプに比べて小さく構成できる。具体的には、ハンダボールバンプは、小さく作っても、径・高さとも 1 mm 程度の大きさになってしまう。これに対して、金のボールバンプは、例えば径 1 0 0  $\mu$  m、高さ 5 0  $\mu$  m 程度の大きさで作ることができる。これにより、スイッチ素子基板を小さく、つまりスイッチ回路を短い配線長で構成することが可能である。つまり、金のボールバンプの使用は小型化に大きく貢献する。

## 【 0 0 4 2 】

さらに、金のバンプは、ハンダバンプと異なり、加熱圧接の際に溶融することはない。このため、ハンダバンプの加熱圧接において想定される、バンプの溶融つぶれによる、基板間隔の制御の難しさが少なく、また基板間の接触などが容易に避けられる。金のバンプは、アルミや金の薄膜上に作製でき、金の薄膜に対して加熱圧接により接合され得る。このため、スペーサ 1 4 0 に対して、金のバンプを設ける部分を含む領域に金またはアルミの薄膜を設け、発光素子基板 1 1 0 やスイッチ素子基板 1 2 0 に対して、金のバンプと接する部分を含む領域に金の薄膜を設けると、より好適である。

## 【 0 0 4 3 】

このような金のバンプの加熱圧接による接続は、十分な接合強度を与える。このため、補強用にアンダーフィルを入れたり、異方性導電ペーストなどの樹脂を用いる必要が無い。従って、流動する樹脂が貫通孔を塞いでしまったり、発光素子やスイッチ素子を覆ってしまったりすることがない。つまり、金のボールバンプの使用は良好な特性の維持にも大きく貢献する。

## 【 0 0 4 4 】

これまでの説明から分かるように、本実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 では、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 は、金属部材であるバンプの加熱圧接によって接続されるため、貫通孔 1 4 2 などの微細な構造に悪影響を与えることなく、安定して小さい間隙を置いて固定される。従って、発光素子で発生する熱が効率良く放熱されるため、長寿命でもある。

## 【 0 0 4 5 】

つまり、本実施形態によれば、高機能で小型で良好な特性を有する光導電スイッチモジュールが提供される。

## 【 0 0 4 6 】

## 第二実施形態

以下、図 7 ～ 図 9 を参照しながら第二実施形態の光導電スイッチモジュールについて説明する。図中、第一実施形態の光導電スイッチモジュールの部材と同等の部材は同一の参照符号で示されている。続く記述において、それらの部材の詳細

しい説明は記載の重複を避けて省略する。

【 0 0 4 7 】

図 7 と図 8 に示されるように、光導電スイッチモジュール 2 0 0 は、複数の発光素子 1 1 2 を有する発光素子基板 1 1 0 と、発光素子 1 1 2 と同数の光導電スイッチ素子 1 2 2 を有するスイッチ素子基板 1 2 0 と、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の間に配置されたスペーサ 2 4 0 とを有している。

【 0 0 4 8 】

図 7 ～図 9 に示されるように、スペーサ 2 4 0 は、発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 の間に配置される複数の貫通孔 2 4 2 と、発光素子基板 1 1 0 に面する側に形成された複数の凹部 2 7 2 と、スイッチ素子基板 1 2 0 に面する側に形成された複数の凹部 2 7 4 とを有している。例えば、スペーサ 2 4 0 はシリコン基板から作製され、凹部 2 7 2 、 2 7 4 は、スペーサ 2 4 0 の母材であるシリコン基板に対するエッチングによって形成される。

【 0 0 4 9 】

発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 2 4 0 は、凹部 2 7 2 に設けられた複数のバンプ 2 6 2 の加熱圧接によって接続されている。同様に、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 2 4 0 は、凹部 2 7 4 に設けられた複数のバンプ 2 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

【 0 0 5 0 】

例えば、バンプ 2 6 2 、 2 6 4 の高さが  $50\mu\text{m}$ 、凹部 2 7 2 、 2 7 4 の深さが  $30\mu\text{m}$  であるとする、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 のスペーサ 1 4 0 までの距離はそれぞれ  $20\mu\text{m}$  となる。このように、スペーサ 1 4 0 に凹部 2 7 2 、 2 7 4 を形成することにより、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 が、スペーサ 1 4 0 に対して、バンプ 2 6 2 、 2 6 4 の高さよりも近接して配置され得る。

【 0 0 5 1 】

凹部 2 7 2 、 2 7 4 の深さは、実装時のバンプ 2 6 2 、 2 6 4 のつぶれしろや、圧接時のバンプ 2 6 2 、 2 6 4 の弾性歪みや、凹部 2 7 2 、 2 7 4 の形成時の形状誤差を考慮すると、バンプ 2 6 2 、 2 6 4 の高さの 4 0 % ～ 8 0 % の範囲に



設定されると好適である。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、スペーサ 2 4 0 には、発光素子 1 1 2 に面する側と光導電スイッチ素子 1 2 2 に面する側の両方にそれぞれ凹部 2 7 2、2 7 4（深さ 3 0  $\mu$  m）が形成されているので、第一実施形態の構成でバンプの高さをそれぞれ 5 0  $\mu$  m としたものに比べて、発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 とが 6 0  $\mu$  m も近づけて配置されている。スペーサ 2 4 0 の母材である基板の厚みが例えば 2 0 0  $\mu$  m である場合、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の距離は、第一実施形態と同様な構成では 3 0 0  $\mu$  m となるが、本実施形態では 2 4 0  $\mu$  m となり、2 0 % も改善されている。

【 0 0 5 3 】

特に、発光素子 1 1 2 が VCSEL のように大きな広がり角を有する光源である場合、その駆動光が光導電スイッチ素子 1 2 2 に到達する効率は距離の二乗に反比例するため、発光素子 1 1 2 からの駆動光が光導電スイッチ素子 1 2 2 に極めて効率良く到達する。

【 0 0 5 4 】

さらに、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の相互の基板間の距離（隙間）が小さくなるため、発光素子 1 1 2 で発せられた駆動光が、それらの基板間の隙間に進入して、隣接する光導電スイッチ素子 1 2 2 や隣接する貫通孔 2 4 2 に漏れ込むことが効果的に防止される。つまり、漏れ光の発生が効果的に抑えられる。

【 0 0 5 5 】

この場合、基板間の距離（隙間）は、5  $\mu$  m ~ 1 0 0  $\mu$  m 程度が好ましく、1 0  $\mu$  m ~ 5 0  $\mu$  m 程度がより好ましく、1 0  $\mu$  m ~ 3 0  $\mu$  m 程度が特に好ましく、そのような距離であれば、漏れ込み光は基板間での多重反射によりほぼ完全に減衰される。本実施形態では、背の高い金属バンプを用いても、基板間の距離を小さく、例えば 2 0  $\mu$  m 程度にすることができる。これは、通常、接着剤での接合でなければ達成できない基板間隔である。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では、スペーサ 2 4 0 の両面において、それぞれの基板間の距離よりも背の高いバンプが適用されている。このため、各基板の線膨張係数が異なる場合であっても、発光素子の発熱や環境温度の変動やスイッチモジュールの実装プロセスなどの温度変化によって引き起こされる、基板の変形量の違いのために発生する基板同士の接続部分にかかる熱応力が、背の高いバンプがせん断方向（横方向）にたわむことにより緩和される。これにより、スイッチモジュールの反りやバンプの剥離や各基板のクラックが効果的に防止され、モジュールの耐久性が向上される。

## 【 0 0 5 7 】

このような利点は、基板同士をハンダや接着剤などで近接（例えば  $20\text{ }\mu\text{m}$  など）させて広い面積で接合した場合には発生しない。

## 【 0 0 5 8 】

熱応力の緩和には、バンプの太さに対してある程度高さがあるほうが有効である。例えばバンプ径  $100\text{ }\mu\text{m}$  に対して高さ  $50\text{ }\mu\text{m}$  といったようなバンプを適用する事ができる。バンプのアスペクト比は、（径：高さ）が（1：2）程度～（3：1）程度の範囲が好適である。

## 【 0 0 5 9 】

なお、後にアンダーフィルのように樹脂などで補強した場合には、バンプが変形できなくなるため、このような利点が失われる。

## 【 0 0 6 0 】

光導電スイッチモジュールの動作は第一の実施の形態と同様なので説明は省略する。

## 【 0 0 6 1 】

以上の説明から分かるように、本実施形態によれば、第一実施形態の光導電スイッチモジュールと比較して、スペーサ 2 4 0 に凹部が形成され、その凹部にバンプが設けられることにより、基板同士の距離が小さくなることで更に特性が向上されると共に、基板同士の接続部分にかかる熱応力がバンプで吸収されることにより耐久性が向上された光導電スイッチモジュールが提供される。

## 【 0 0 6 2 】

### 第三実施形態

本実施形態は、第二実施形態の光導電スイッチモジュールのスペーサ 2 4 0 に代えて適用され得る別のスペーサに向けられている。本実施形態のスペーサについて図 1 0 を参照して説明する。

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 0 に示されるように、スペーサ 3 4 0 は、複数の貫通孔 3 4 2 と、発光素子基板 1 1 0 に面する側に形成された複数の凹部 3 7 2 とを有している。図示されていないが、スペーサ 3 4 0 は更に、第二実施形態と同様に、スイッチ素子基板 1 2 0 に面する側に形成された複数の凹部も有している。

#### 【 0 0 6 4 】

更にスペーサ 3 4 0 は、いくつかの凹部 3 7 2 の底面に設けられた電極パッド 3 8 2 と、発光素子基板 1 1 0 に対向する面のうち凹部 3 7 2 を除いた部分に設けられた、電極パッド 3 8 2 と同数の電極パッド 3 8 4 と、各電極パッド 3 8 2 と各電極パッド 3 8 4 とを電氣的に接続している配線 3 8 6 とを有している。

#### 【 0 0 6 5 】

凹部 3 7 2 の底面には、第二実施形態のバンプ 2 6 2 と同様のバンプが設けられ、それらのバンプの加熱圧接によって、スペーサ 3 4 0 と発光素子基板 1 1 0 とが電氣的かつ機械的に接続される。特に、底面に電極パッド 3 8 2 が設けられた凹部 3 7 2 ではバンプは電極パッド 3 8 2 の上に設けられ、そのバンプは発光素子基板 1 1 0 の駆動電極と接続される。これによりスペーサ 3 4 0 の電極パッド 3 8 4 はバンプを介して発光素子基板 1 1 0 の発光素子 1 1 2 と電氣的に接続される。

#### 【 0 0 6 6 】

電極パッド 3 8 4 は、スペーサ 3 4 0 と発光素子基板 1 1 0 とが接続された構造体において、発光素子基板 1 1 0 の外側に来るように配置されている。これにより、電極パッド 3 8 4 に対して容易にワイヤーボンディングを行なうことができる。

#### 【 0 0 6 7 】

凹部 3 7 2 は、配線 3 8 6 の断線を避けるため、その側面が斜面であるとよい

。つまり、凹部 3 7 2 のエッジや隅が鈍角であるとよい。このような凹部 3 7 2 は、例えば、スペーサ 3 4 0 の母材である Si 基板に異方性エッチングを施すことにより形成される。

#### 【 0 0 6 8 】

本実施形態のスペーサ 3 4 0 を用いた光導電スイッチモジュールでは、発光素子基板 1 1 0 の発光素子 1 1 2 と電氣的に接続された電極パッド 3 8 4 が、スイッチ素子基板 1 2 0 の配線と同じ側に露出するので（図 7 参照）、その配線はワイヤーボンディングを利用して容易に行なえる。

#### 【 0 0 6 9 】

#### 第四実施形態

以下、図 1 1 を参照しながら第四実施形態の光導電スイッチモジュールについて説明する。図中、第一実施形態の光導電スイッチモジュールの部材と同等の部材は同一の参照符号で示されている。続く記述において、それらの部材の詳しい説明は記載の重複を避けて省略する。

#### 【 0 0 7 0 】

図 1 1 に示されるように、光導電スイッチモジュール 4 0 0 は、複数の発光素子 1 1 2 を有する発光素子基板 1 1 0 と、発光素子 1 1 2 と同数の光導電スイッチ素子 1 2 2 を有するスイッチ素子基板 1 2 0 と、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の間に配置されたスペーサ 4 4 0 とを有している。

#### 【 0 0 7 1 】

スペーサ 4 4 0 は、発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 の間に配置される複数の貫通孔 4 4 2 と、発光素子基板 1 1 0 に面する側に形成された複数の凹部 4 7 2 と、スイッチ素子基板 1 2 0 に面する側に形成された複数の凹部 4 7 4 とを有している。

#### 【 0 0 7 2 】

発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 4 4 0 は、凹部 4 7 2 に設けられた複数のバンプ 4 6 2 の加熱圧接によって接続されている。同様に、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 4 4 0 は、凹部 4 7 4 に設けられた複数のバンプ 4 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

## 【 0 0 7 3 】

バンプ 4 6 2 とバンプ 4 6 4 は、スペーサ 4 4 0 の上下でほぼ重なる位置に設けられている。つまり、例えばスイッチ素子基板 1 2 0 に対向するスペーサ 4 4 0 の面に平行な平面に対するバンプ 4 6 2 の投影とバンプ 4 6 4 の投影は互いにほぼ重なる。言い換えれば、凹部 4 7 2 と凹部 4 7 2 は、スペーサ 4 4 0 の上下面のほぼ同じ位置に形成されている。

## 【 0 0 7 4 】

このため、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 とが同時にスペーサ 1 4 0 に実装される際には、スペーサ 1 4 0 はその両面がバンプ 4 6 2、4 6 4 で支えられる形態となるため、スペーサ 1 4 0 がたわんだり、破損したりすることが有効に防止される。

## 【 0 0 7 5 】

また、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 とが順番にスペーサ 1 4 0 に実装される際には、後から実装される基板との間のバンプが、先に実装されたバンプで支えられるため、実装時の圧力損失を防ぎ、より低い圧力で効率良くバンプを圧接することができる。

## 【 0 0 7 6 】

上下のバンプのそろい方は、上から見てバンプの少なくとも円形外周同士が重なっていることが好ましく、一方のバンプの中心が他方のバンプと重なっているとより好ましい。

## 【 0 0 7 7 】

つまり、バンプの位置は上下で一部一致してさえいれば、厳密に重なってなくても上述した利点は得られる。

## 【 0 0 7 8 】

本実施形態によれば、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 とが、より低い圧力でのバンプの圧接によって、スペーサ 1 4 0 に実装される。

## 【 0 0 7 9 】

#### 第五実施形態

以下、図 1 2 を参照しながら第五実施形態の光導電スイッチモジュールについ

て説明する。図中、第一実施形態の光導電スイッチモジュールの部材と同等の部材は同一の参照符号で示されている。続く記述において、それらの部材の詳しい説明は記載の重複を避けて省略する。

## 【 0 0 8 0 】

図 1 2 に示されるように、光導電スイッチモジュール 5 0 0 は、複数の発光素子 1 1 2 を有する発光素子基板 1 1 0 と、発光素子 1 1 2 と同数の光導電スイッチ素子 1 2 2 を有するスイッチ素子基板 1 2 0 と、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の間に配置されたスペーサ 5 4 0 とを有している。

## 【 0 0 8 1 】

スペーサ 5 4 0 は、発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 の間に配置される複数の貫通孔 5 4 2 と、発光素子基板 1 1 0 に面する側に形成された複数の凹部 5 7 2 と、スイッチ素子基板 1 2 0 に面する側に形成された複数の凹部 5 7 4 とを有している。

## 【 0 0 8 2 】

スペーサ 5 4 0 は、少なくともスイッチ素子基板 1 2 0 に対向する面の近傍に、導電性の部分を有している。このため、スペーサ 5 4 0 は、スペーサ 5 4 0 のスイッチ素子基板 1 2 0 に対向する面に設けられた金属膜 5 9 2 を有している。つまり、導電性の部分は、スペーサ 5 4 0 のスイッチ素子基板 1 2 0 に対向する面に設けられた金属膜 5 9 2 で構成されている。しかし、スペーサ 5 4 0 は必ずしもこのような金属膜 5 9 2 を有している必要はなく、スペーサ 5 4 0 それ自体が導電性の材質で作製されていてもよい。

## 【 0 0 8 3 】

スイッチ素子基板 1 2 0 は、スペーサ 5 4 0 に面する側に設けられた、接地電位に保たれるグラウンド電極 1 3 4 を有している。

## 【 0 0 8 4 】

発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 5 4 0 は、凹部 5 7 2 に設けられた複数のバンプ 5 6 2 の加熱圧接によって接続されている。同様に、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 5 4 0 は、凹部 5 7 4 に設けられた複数のバンプ 5 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

【 0 0 8 5 】

スペーサ 5 4 0 に設けられた金属膜 5 9 2 は、バンプ 5 6 4 を介して、スイッチ素子基板 1 2 0 のグラウンド電極 1 3 4 と電氣的に接続されている。従って、スイッチ素子基板 1 2 0 に対向した金属膜 5 9 2 は常に接地電位に保たれる。このため、金属膜 5 9 2 は、スイッチ素子基板 1 2 0 の回路配線 1 3 0 に対して電磁シールドとして機能する。これにより、光導電スイッチモジュール内の伝送線路の高周波特性が確保される。

【 0 0 8 6 】

従って、本実施形態の光導電スイッチモジュール 5 0 0 は、さらに高周波においても良好な特性を有する。

【 0 0 8 7 】

#### 第六実施形態

本実施形態は、第一実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 と同様の光導電スイッチモジュールの製造方法に向けられている。以下、本実施形態の光導電スイッチモジュールの製造方法について図 1 3 を参照して説明する。

【 0 0 8 8 】

図 1 3 ( A ) を参照して第一の工程を説明する。

【 0 0 8 9 】

貫通孔 1 4 2 の形成されたスペーサ 1 4 0 の発光素子基板 1 1 0 に対向する第一の面の所定の部位に、金属部材である金のボールバンプ 1 6 2 を設ける。ボールバンプは、ボールボンディング方式と呼ばれる方法で形成されると好適である。この方式は、金ワイヤーの末端をアーク放電で熔融球形化し、基板上に超音波で押し当て溶着させたのち、ワイヤーを引きち切ることで、バンプを形成する方式である。このようにして形成されるバンプは、メッキなどで形成されるバンプと異なり、先端が尖った形状になる。

【 0 0 9 0 】

図 1 3 ( B ) を参照して第二の工程を説明する。

【 0 0 9 1 】

発光素子基板 1 1 0 は、図示されていないが、バンプ 1 6 2 が接合される部分

を含む領域に金を含む金属の薄膜が予めコーティングされている。発光素子基板 1 1 0 をスペーサ 1 4 0 の上に載置して加熱と加圧を行なう。例えば、加熱は 3 0 0 度以上、加圧は 1 バンプあたり 1 0 g 以上が好ましい。接合時間は長いほど強度が向上するため、必要な強度が得られる時間を適宜設定すると良い。

## 【 0 0 9 2 】

この工程により、発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 が接合される。金のボールバンプを用いているため、発光素子基板 1 1 0 の電極に、バンプの尖った先端が食い込み、つぶれながら接触し、電気的および機械的に良好に接続される。

## 【 0 0 9 3 】

図 1 3 (C) を参照して第三の工程を説明する。

## 【 0 0 9 4 】

第 2 の工程で作製された構造体を逆さにしてスペーサ 1 4 0 を上にし、スペーサ 1 4 0 の所定の位置にバンプ 1 6 4 を設ける。

## 【 0 0 9 5 】

図 1 3 (D) を参照して第四の工程を説明する。

## 【 0 0 9 6 】

スイッチ素子基板 1 2 0 は、図示されていないが、バンプ 1 6 4 が接合される部分を含む領域に金を含む金属の薄膜が予めコーティングされている。スイッチ素子基板 1 2 0 をスペーサ 1 4 0 の上に載置して加熱と加圧を行なう。加熱温度や加圧圧力や処理時間等の諸条件は、前述の発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 の接合と同様に設定される。

## 【 0 0 9 7 】

この工程により、スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 1 4 0 が接合され、第一実施形態の光導電スイッチモジュール 1 0 0 と同様の光導電スイッチモジュールが製造される。

## 【 0 0 9 8 】

本実施形態の製造方法は、若干の変更を加えるだけで、第二実施形態～第五実施形態の他の光導電スイッチモジュールの製造にも適用できる。

## 【 0 0 9 9 】



例えば、第一の工程の前にスペーサに凹部を予め形成しておくことにより、第二実施形態や第四実施形態と同様の光導電スイッチモジュールを製造することが可能である。更には、凹部の形成されたスペーサに、電極パッド他あるいは金属膜を予め設けておくことにより、第三実施形態あるいは第五実施形態と同様の光導電スイッチモジュールを製造することができる。

#### 【0100】

本発明形態の製造方法は、スペーサ140に対してバンプ162、164を設けるため、バンプ形成時の超音波などのストレスは、スペーサ140だけにかかり、発光素子基板110やスイッチ素子基板120にはかからない。このため、発光素子112や光導電スイッチ素子122等の電子的な機能を持つ素子の特性を劣化させる恐れがない。また、高価な発光素子基板110やスイッチ素子基板120を破損する恐れも少ない。

#### 【0101】

このように本実施形態によれば、高価な発光素子基板110やスイッチ素子基板120にダメージを与える恐れなく、それらをスペーサ140と接合できるため、特性の優れた光導電スイッチモジュールを製造することが可能である。

#### 【0102】

なお、本実施形態では、スペーサ140と発光素子基板110の接合を先に行なっているが、先にスペーサ140とスイッチ素子基板120を接合しても同様の利点を得られることは言うまでもない。

#### 【0103】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、複数の光導電スイッチ素子を用いて回路が構成されていることにより高機能であり、複数の光導電スイッチ素子が近接して配置されていることにより小型であり、オフされるべき光導電スイッチ素子への不所望な漏れ光の入射が抑えられていることにより良好な特性を有する、光導電スイッチモジュールが提供される。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第一実施形態の光導電スイッチモジュールの正面の縦断面を示している。

【図 2】

図 1 に示された光導電スイッチモジュールの側面の縦断面を示している。

【図 3】

図 1 に示された光導電スイッチ素子と回路配線のひとつのレイアウトを示している。

【図 4】

図 3 のレイアウトに従った光導電スイッチ素子と回路配線の等価回路を示している。

【図 5】

図 1 に示された光導電スイッチ素子と回路配線の更に好適なレイアウトを示している。

【図 6】

図 5 のレイアウトに従った光導電スイッチ素子と回路配線の等価回路を示している。

【図 7】

本発明の第二実施形態の光導電スイッチモジュールの正面の縦断面を示している。

【図 8】

図 7 に示された光導電スイッチモジュールの側面の縦断面を示している。

【図 9】

図 7 と図 8 に示されたスペーサの発光素子基板に面する側の斜視図である。

【図 1 0】

図 7 と図 8 に示された第二実施形態の光導電スイッチモジュールのスペーサに代えて適用され得る本発明の第三実施形態に従うスペーサの発光素子基板に面する側の斜視図である。

【図 1 1】

本発明の第四実施形態の光導電スイッチモジュールの側面の縦断面を示してい

る。

【図 1 2】

本発明の第五実施形態の光導電スイッチモジュールの側面の縦断面を示している。

【図 1 3】

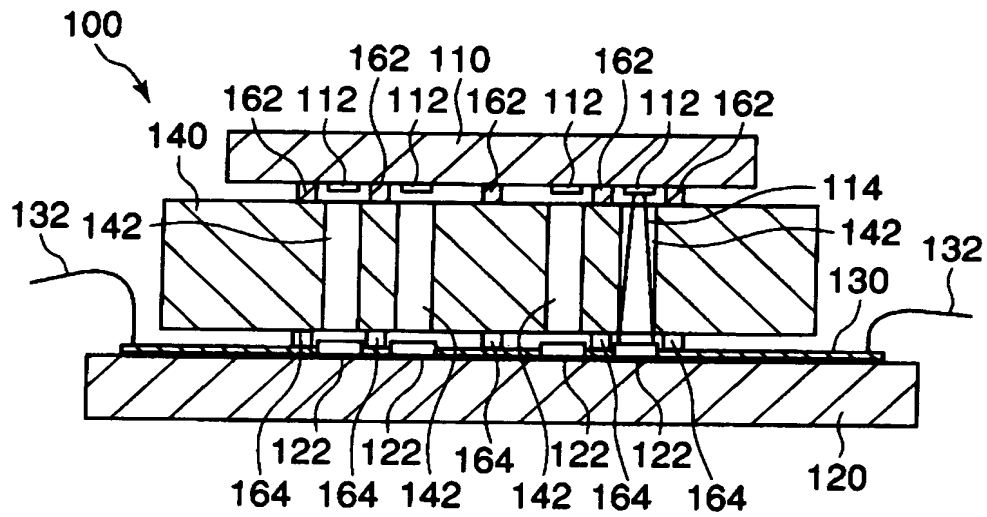
図 1 と図 2 に示された第一実施形態と同様の光導電スイッチモジュールの製造工程を示している。

【符号の説明】

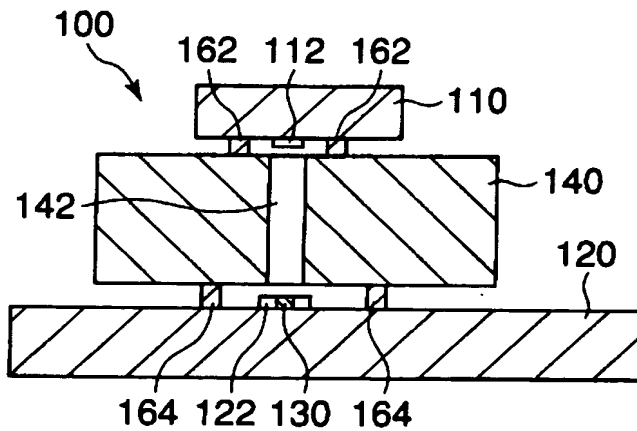
- 1 0 0 光導電スイッチモジュール
- 1 1 0 発光素子基板
- 1 1 2 発光素子
- 1 2 0 スイッチ素子基板
- 1 2 2 光導電スイッチ素子
- 1 3 0 回路配線
- 1 4 0 スペーサ
- 1 4 2 貫通孔
- 1 6 2 バンプ
- 1 6 4 バンプ

【書類名】 図面

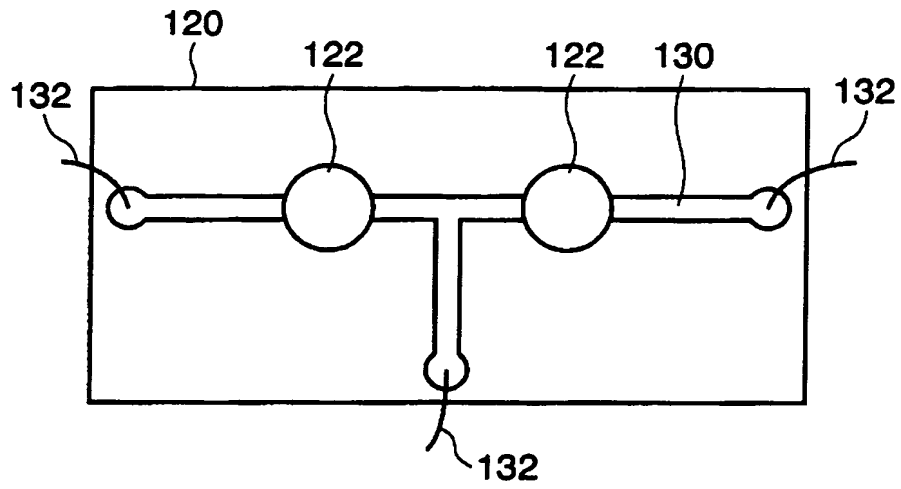
【図 1】



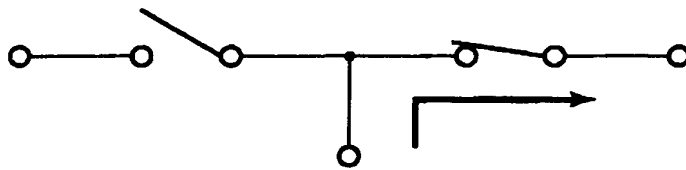
【図 2】



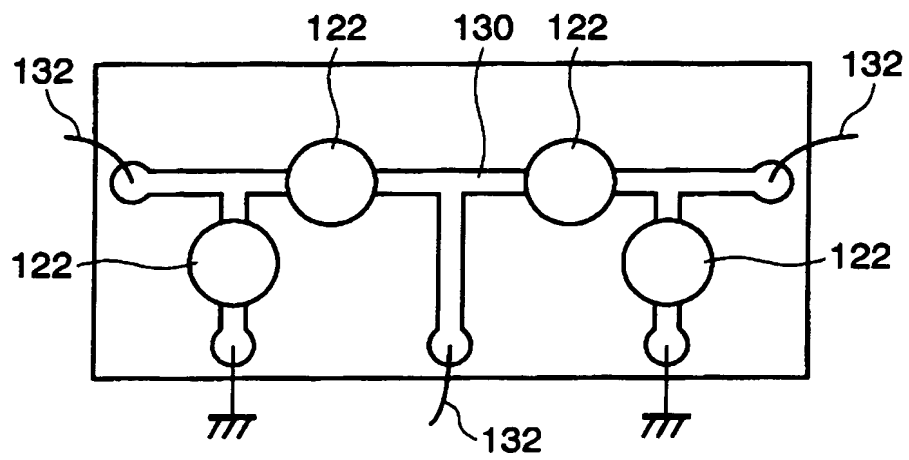
【図 3】



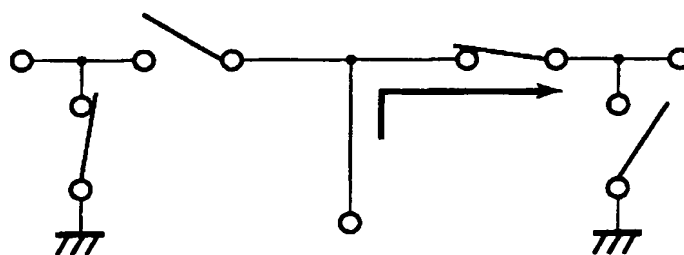
【図 4】



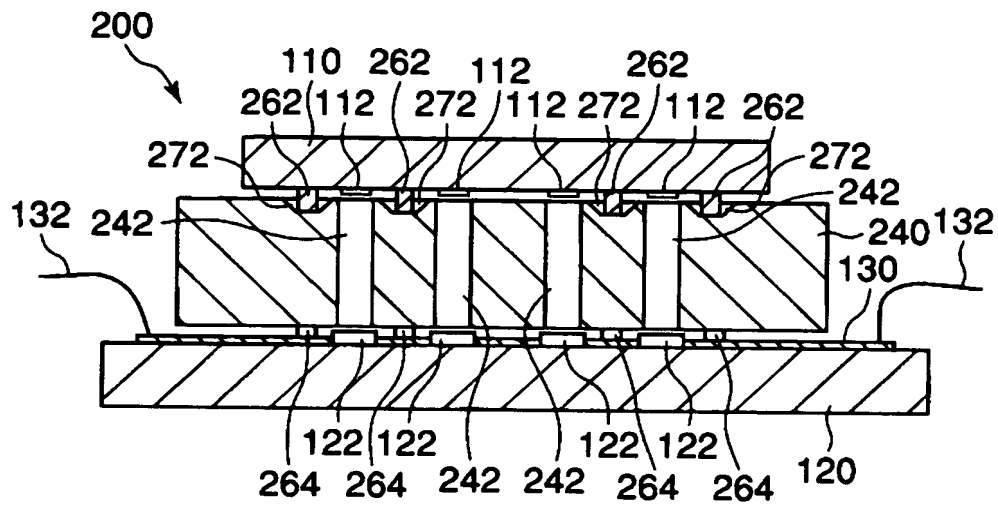
【図 5】



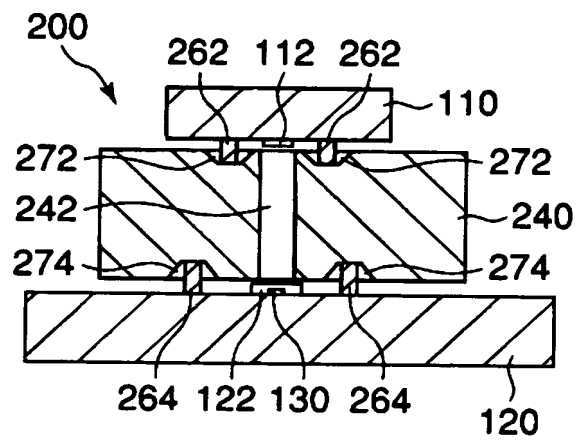
【図 6】



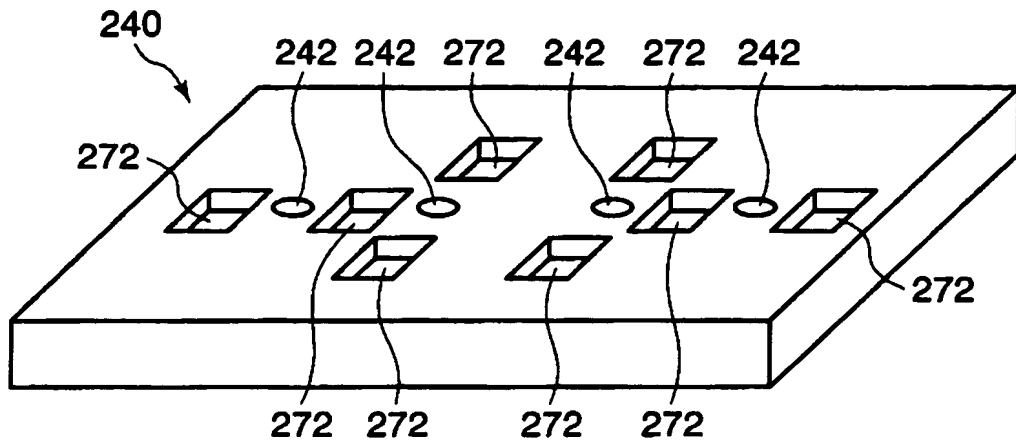
【図 7】



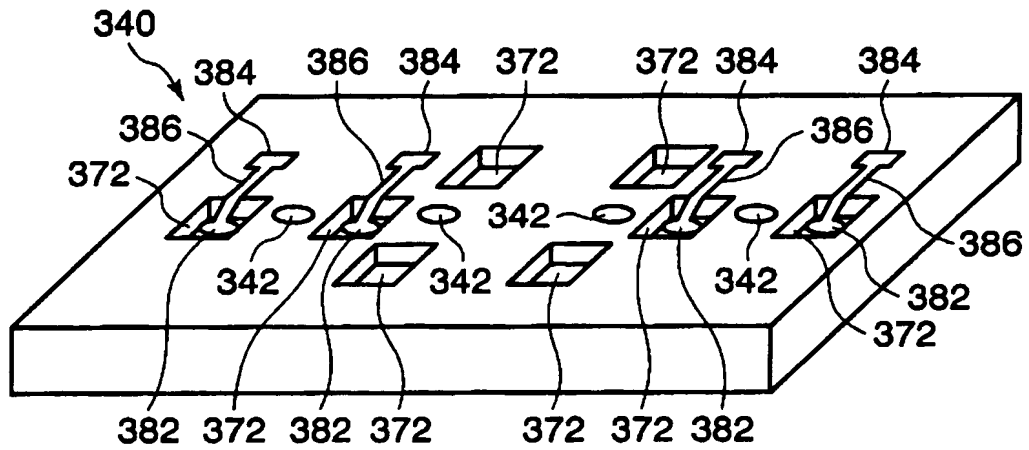
【図 8】



【図 9】

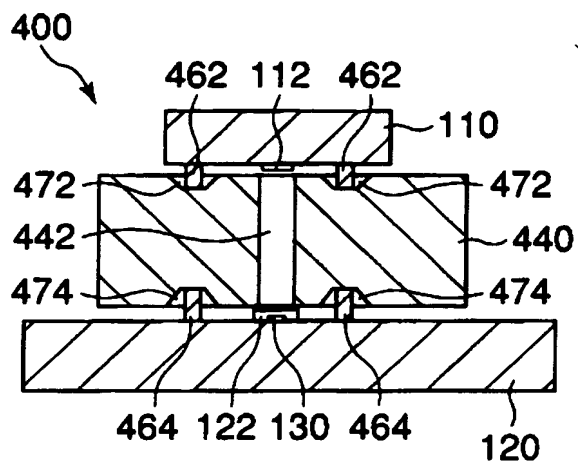


【図 1 0】

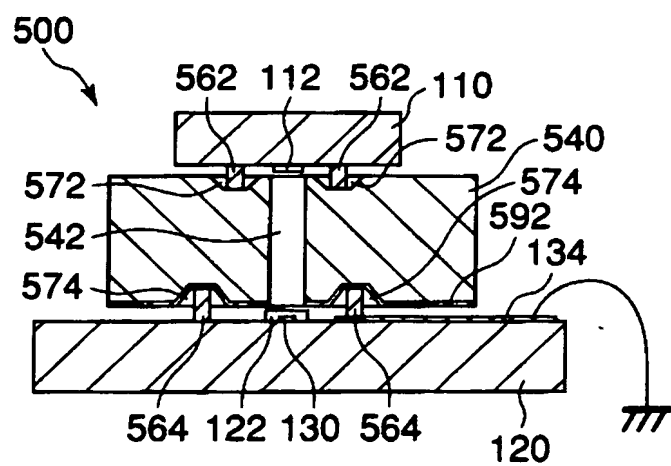




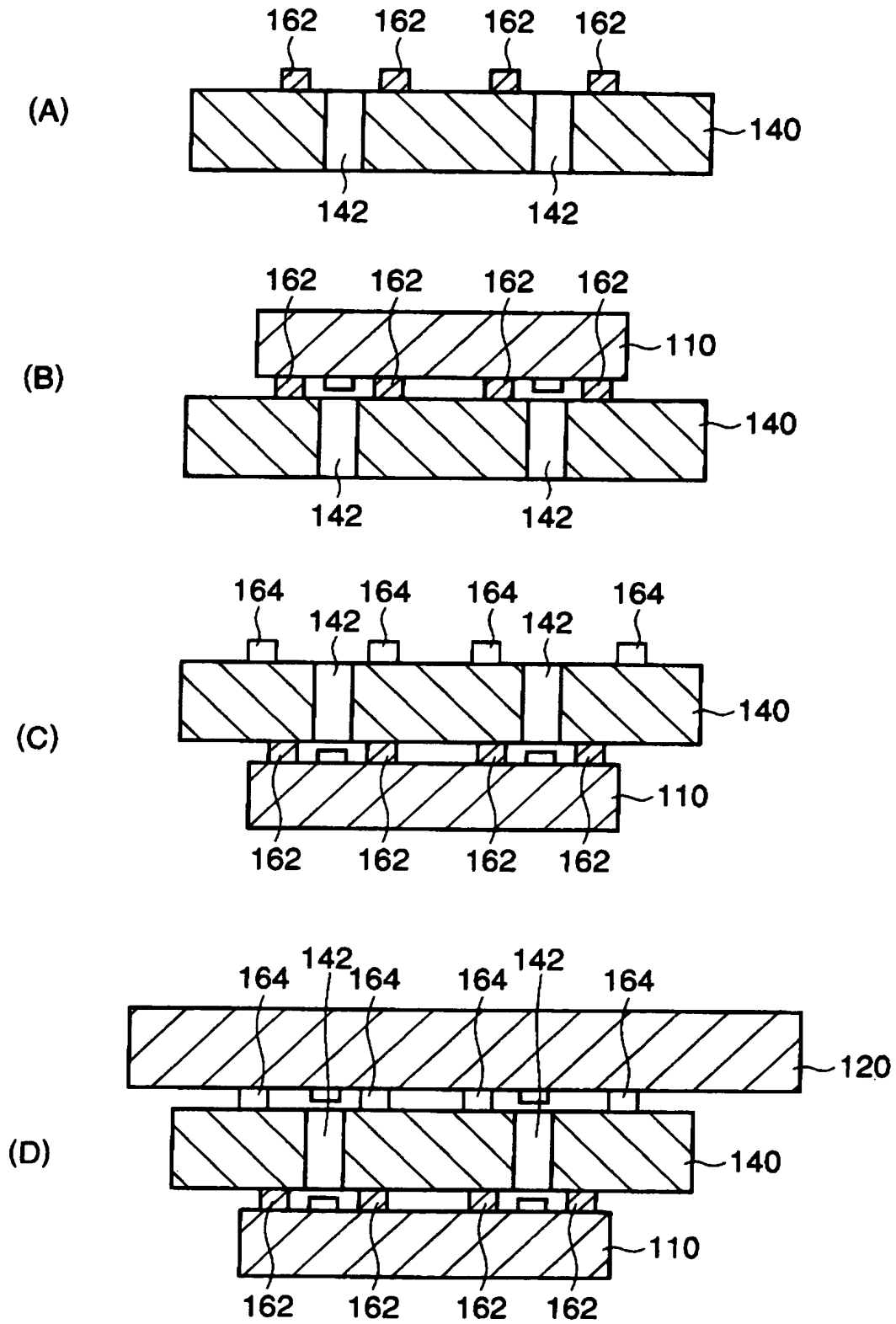
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】 高機能で小型で特性の良好な光導電スイッチモジュールを提供する。

【解決手段】 光導電スイッチモジュール 1 0 0 は、複数の発光素子 1 1 2 を有する発光素子基板 1 1 0 と、発光素子 1 1 2 と同数の光導電スイッチ素子 1 2 2 を有するスイッチ素子基板 1 2 0 と、発光素子基板 1 1 0 とスイッチ素子基板 1 2 0 の間に配置された、発光素子 1 1 2 と同数の貫通孔 1 4 2 を有するスペーサ 1 4 0 とを有している。発光素子 1 1 2 と光導電スイッチ素子 1 2 2 は貫通孔 1 4 2 を介して互いに対向している。発光素子基板 1 1 0 とスペーサ 1 4 0 は複数のバンプ 1 6 2 の加熱圧接によって接続されている。スイッチ素子基板 1 2 0 とスペーサ 1 4 0 は複数のバンプ 1 6 4 の加熱圧接によって接続されている。

【選択図】              図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
氏 名 オリンパス光学工業株式会社